

## ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяк П. П., Дедихин В. Г., Денисова В. П. Тезисы докладов XIII научно-технической конференции. - В кн.: Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности. - Юнев, 1980.
2. Николаев А. Ф. Технология пластических масс. - Л., 1977.
3. Бахман А., Мюллер К. Фенопласты. - М., 1978.

УДК 674.816-41

А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, В. В. Васильев  
(Ленинградская лесотехническая академия)

### УСКОРЕННОЕ СТАРЕНИЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМ СВЯЗУЮЩИМ

Основными требованиями к материалам для наружной обшивки панелей домов являются [1]: стойкость к различным факторам атмосферного воздействия, способность защитить теплоизоляционные материалы от увлажнения и достаточная прочность, необходимая для обеспечения длительной эксплуатации панелей. Накоплен достаточный опыт в получении огнестойких и биостойких плит. Но до сих пор не разрешена важнейшая проблема повышения атмосферостойкости. В настоящее время имеется мало данных об изменениях прочности и формоустойчивости плит в течение длительного периода эксплуатации на открытом воздухе. Отсутствуют унифицированные ускоренные методы и обязательные программы испытаний плит на атмосферостойкость [2, 3]. В лабораторных условиях действие отдельных факторов может быть интенсифицировано. Обычно используются циклические методы испытаний, включающие разную обработку: вымачивание, замораживание, обра-

ботку паром и т.д. Результаты натурных испытаний наиболее согласуются с ускоренными, когда образцы плит увлажняются холодной и горячей водой. При выборе режима ускоренного старения для древесностружечных плит было установлено, что физико-механические свойства плит, прошедших натурные испытания, оказались близкими к свойствам плит после циклических испытаний в воде при температуре  $70^{\circ}\text{C}$  [2]. Так, прочность плит с фенольным связующим после 2-го цикла термообработки соответствовала данным первого года натурных испытаний. Можно ожидать, что отмеченная зависимость сохранится при более длительных сроках натурных и циклических испытаний. Основываясь на этих данных, Хрулев В.И. предложил следующий циклический режим обработки древесностружечных плит с целью определения их атмосферостойкости. Каждый цикл включает увлажнение образцов в воде при  $70^{\circ}\text{C}$  в течение 5 ч и высушивание их при  $70^{\circ}\text{C}$  в течение 24 ч. После 4-го цикла испытаний определяют предел прочности при статическом изгибе и величину набухания. Степень водостойкости устанавливают по относительной прочности, определяемой отношением результата после циклических испытаний к результату контрольных образцов. Ограниченно водостойкими считаются плиты, у которых относительная прочность образцов после 4-го цикла испытаний снижается до 30% от первоначальной величины; у плит средней водостойкости эти показатели находятся в пределах от 30 до 60%; у плит повышенной водостойкости они превышают 60%. Эти плиты считают атмосферостойкими. Для оценки атмосферостойкости ДСП были также использованы и другие методы ускоренного старения: выдержка плит в воде ( $20^{\circ}\text{C}$ ) в течение 20 сут; кипячение образцов в течение 2 ч в воде; однократная обработка плит водой при  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  в течение 6 ч. Указанные методы отличаются продолжительностью и жесткостью воздействия на испытуемый материал. Испытаниями на ускоренное старение подвергали образцы древесностружечных плит со смолой СФЖ-3014 и со связующим, модифицированным  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  [4]. Плотность плит  $700 \text{ кг/м}^3$ , толщина 16 мм. Содержание связующего: в наружных слоях - 14%; во внутреннем слое - 9%. Плиты были изготовлены из древесины березы при температуре прессования  $180^{\circ}\text{C}$ , удельном давлении 2,5 МПа, продолжительности прессования 8 мин.

Плиты испытывали с применением стандартных методов (ГОСТ 10633-78 "Плиты древесностружечные"), а также неразрушающим методом крутильных колебаний, что позволяет оценивать структурные изменения в образце плиты при ускоренном старении [5]. При испытании плит в воде было отмечено резкое снижение величины динамического модуля сдвига уже через несколько часов, что свидетельствует о значительных изменениях в структуре материала (рис.1).

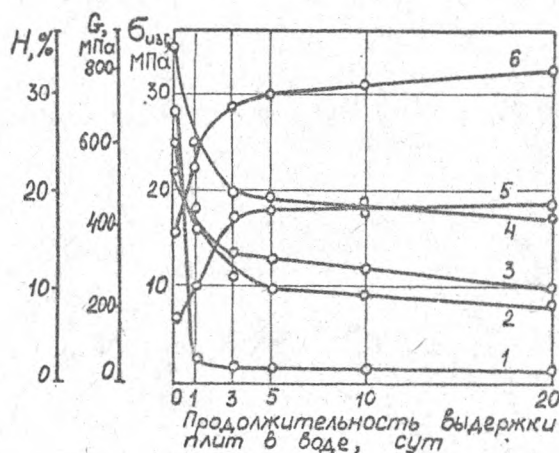


Рис.1. Зависимость свойств древесностружечных плит от продолжительности их выдержки в воде: 1, 3, 6 - плиты со смолой СФМ-3014; 2, 4, 5 - со смолой СФМ-3014 +  $Al_2(SO_4)_3$ ; 1, 4 - разрушающее напряжение при статическом изгибе ( $\sigma_{изг.}$ ); 2, 5 - динамический модуль сдвига ( $G$ ); 3, 6 - разбухание по толщине ( $H$ )

Применение модифицированного связующего обеспечивает получение более прочных и водостойких плит. Даже в конце испытаний эти образцы сохраняли свыше 30% первоначального значения показателя динамического модуля сдвига и около 60% прочности

при статическом изгибе. Таким образом, можно отметить, что древесностружечные плиты имеют длительную водостойкость при использовании модифицированного фенолоформальдегидного связующего.

Представленные в таблице данные показывают, что древесностружечные плиты с модифицированным фенолоформальдегидным связующим по устойчивости к старению значительно превосходят плиты с исходной смолой СФЖ-3014 при всех условиях обработки.

Влияние различных методов ускоренного старения на показатели физико-механических свойств древесностружечных плит

Условия ускоренного старения	Разрушающее напряжение при статическом изгибе, МПа		Динамический модуль сдвига, МПа		Разбухание, %	
	СФЖ-3014	СФЖ-3014 + $Al_2(SO_4)_3$	СФЖ-3014	СФЖ-3014 + $Al_2(SO_4)_3$	СФЖ-3014	СФЖ-3014 + $Al_2(SO_4)_3$
Без обработки	28,1	35,2	563	677	20,4	9,2
20 сут в воде ( $T = 20^{\circ}C$ )	10,2	20,3	36	206	32,6	18,4
6 ч в воде ( $T = 70^{\circ}C$ )	18,4	28,1	92	315	38,1	18,2
4 цикла обработки	7,1	16,9	20	94	64,4	23,0
2 ч кипячения в воде	9,2	17,4	28	112	56,3	21,1

Наиболее жестким методом испытаний является циклический, включающий неоднократное вымачивание плит в горячей воде и высушивание. Если проследить динамику уменьшения прочности плиты в процессе циклической обработки, можно сделать вывод, что наибольшее влияние оказывает первый цикл влажно-тепловой обработки. Величина динамического модуля сдвига для плит с исходной смолой СФЖ-3014 в этом случае составляет лишь 17,5% от первоначальной величины, у плиты с модифицированным связующим она выше 46%.

На основе данных изменения прочности при статическом изгибе плит, подвергнутых ускоренному старению в горячей воде при температуре 70 и 100°C (рис. 2), рассчитали значения энергии активации процесса деструкции [2].

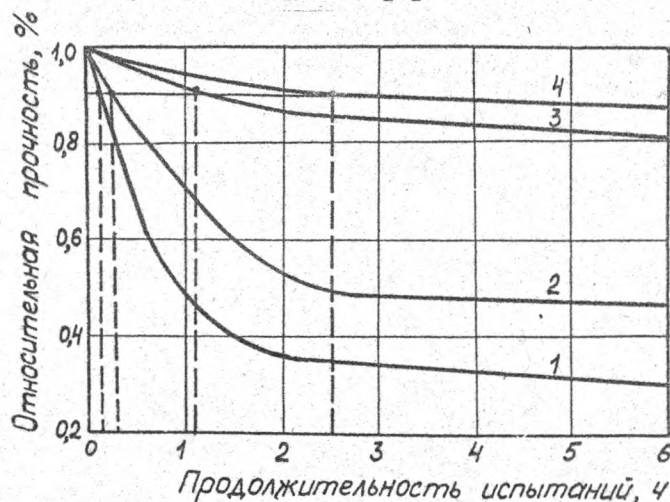


Рис. 2. Прочность плит после испытаний на ускоренное старение: 1, 3 — плиты со смолой СФЖ-3014; 2, 4 — со смолой СФЖ-3014 +  $Al_2(SO_4)_3$ ; при температуре обработки: 3, 4 — 70°C, 1, 2 — 100°C

На графике провели прямые, параллельные оси абсцисс, отсекающие отрезки кривых на заданном уровне сохранения первоначальной прочности (90%). Численные значения этих отрезков:

3 - 1,0 ч;	$\ln T$ : 3 - 0;
1 - 0,1 ч;	1 - (-2,3);
4 - 3,2 ч;	4 - 1,16;
2 - 0,2 ч	2 - (-1,61).

Затем полученные величины  $\ln T$  откладывали на графике в координатах  $\ln T$ ,  $1/RT$  (рис.3). Вблизи полученных точек определяли тангенс угла наклона и значение энергии активации  $E = \tan \alpha$ . Энергия активации процесса деструкции древесностружечных плит со смолой СФЖ-3014 составила 50,5 кДж/моль, для плит с модифицированным связующим - 61,0 кДж/моль. Расчеты были основаны на данных изменения прочности плит только при двух значениях температуры обработки. Поэтому проводили дополнительные расчеты при значениях относительной прочности при статическом изгибе: 88 и 92%. Данные приведены на рис.3.

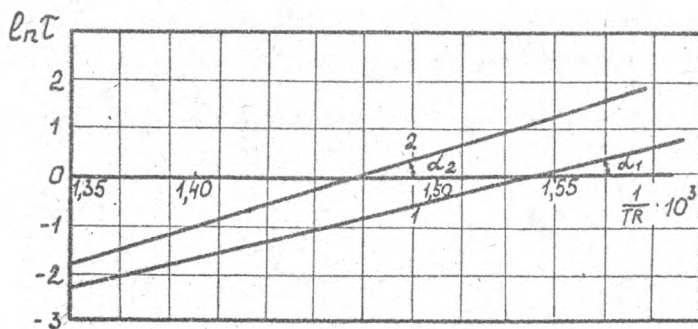


Рис.3. Графическое определение значений  $E_{\text{акт.}}$

процесса старения ДСП: 1 - плиты со смолой СФЖ-3014, 2 - СФЖ-3014 +  $Al_2(SO_4)_3$

Следовательно, есть основания полагать, что полученные значения энергии активации процесса ускоренного старения древесностружечных плит на фенолоформальдегидном связующем являются достоверными. По величине энергии активации можно судить о том, какие связи разрушаются в клеевых соединениях. Наибольшее влияние на гемицеллюлозы оказывает горячая вода, вызывая значительное набухание. При длительной обработке может происходить частичный гидролиз полисахаридов, что также усиливает набухание древесины при одновременном изменении субмикроскопического строения целлюлозной стенки. Энергия активации термической деструкции гемицеллюлозы составляет 50...70 кДж/моль [6]. В этом же интервале находятся значения  $E_{\text{акт.}}$ , полученные для плит в условиях ускоренного старения. Термическая деструкция отвержденных фенолоформальдегидных смол проходит при температуре выше 270°C [7, 8]. Можно предположить, что недостаточная степень отверждения смолы СФЖ-3014 в середине плиты значительно ослабляет прочность клеевых соединений, поэтому облегчается деструкция компонентов древесины под действием горячей воды. Модификация фенолоформальдегидного связующего увеличивает значение  $E_{\text{акт.}}$  процесса деструкции плиты на 20%, что повышает долговечность конструкций в условиях эксплуатации на открытом воздухе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кислый В.В., Якорев Р.И. К определению номенклатуры показателей качества древесностружечных плит. - В кн.: Труды ВНИИДрев. - Балабаново, 1978.
2. Хрулев В.м., мартынов К.Я. Долговечность древесностружечных плит. - М., 1977.
3. Берсенев А.П. Старение древесностружечных плит под воздействием различных факторов. - Механическая обработка древесины. 1969, № 3.
4. Эльберт А.А., Коврижных Л.П., Завражнов А.М., модификация фенолоформальдегидных смол для древесностружеч-

- ных плит. - Деревообрабатывающая промышленность, 1979, № 7.
5. Ершов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов. - М., 1977.
  6. Ramiach M. V. *Thermogravimetric and differential thermal analysis of cellulose, hemicellulose and lignin.* - *J. Appl. Polymer Sci.*, 1970, 14.
  7. Коршак В. В. Химическое строение и температурные характеристики полимеров. - М., 1970.
  8. Камлева К. В., Струнинский В. А. Определение термостабильности фенолоальдегидных смол. - В кн.: Труды УЛТИ. - Свердловск, 1969, вып. 20.

УДК 674.812.2.001

В. Н. Вихрева, И. А. Гамова, Л. И. Личева  
(Ленинградская лесотехническая академия)

## ПОВЫШЕНИЕ УДАРНОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПРЕССОВОЧНЫХ МАСС

Удельная ударная вязкость является одним из основных показателей, характеризующих прочностные свойства материала. Особенно важен этот показатель для изделий, используемых в машиностроительной промышленности.

Древесные прессовочные массы (МДП) нашли широкое применение в машиностроении для получения различных изделий, которые могут применяться взамен цветных и черных металлов, дорогостоящих неметаллических материалов в виде деталей машин, механизмов, оборудования, транспортных средств, а также строительных